

# DIE VMAX-ALL-FLASH- SPEICHERPRODUKTREIHE

## Detailübersicht



### ZUSAMMENFASSUNG

Technische Fortschritte bei vertikalen Mehrschicht-Flash-Zellen mit höherer Dichte haben die Entwicklung von Flash-Laufwerken mit einer Kapazität von mehreren Terabyte ermöglicht. Mit Einführung dieser großen Flash-Laufwerke wurde der Wendepunkt, an dem Flash-Laufwerke beim Einsatz als primäres Speichermedium für Unternehmensanwendungen im Rechenzentrum die Wirtschaftlichkeit herkömmlicher Festplatten bieten, wesentlich früher erreicht. Die Experten von Dell EMC sahen diesen Wendepunkt voraus. Wir freuen uns, jetzt das Speicherarray VMAX® All-Flash vorstellen zu können. Mit dem vorliegenden Whitepaper erhält der Leser eine detaillierte Übersicht der VMAX-All-Flash-Produktreihe mit Einzelheiten zu Funktionsprinzipien, Verpackung und den einzigartigen Funktionen, die sie zum führenden All-Flash-Speicher für das moderne Rechenzentrum machen.

September 2016

Die Informationen in dieser Veröffentlichung werden ohne Gewähr zur Verfügung gestellt. Die EMC Corporation macht keine Zusicherungen und übernimmt keine Haftung jedweder Art im Hinblick auf die in diesem Dokument enthaltenen Informationen und schließt insbesondere jedwede implizite Haftung für die Handelsüblichkeit und die Eignung für einen bestimmten Zweck aus.

Für die Nutzung, das Kopieren und die Verteilung der in dieser Veröffentlichung beschriebenen EMC Software ist eine entsprechende Softwarelizenz erforderlich.

EMC<sup>2</sup>, EMC und das EMC Logo sind eingetragene Marken oder Marken der EMC Corporation in den USA und anderen Ländern. Alle anderen in diesem Dokument erwähnten Marken sind das Eigentum der jeweiligen Inhaber. © Copyright 2016 EMC Deutschland GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Veröffentlicht in Deutschland. 09/16, Whitepaper, Art.-Nr. H14920.1

EMC ist der Ansicht, dass die Informationen in diesem Dokument zum Zeitpunkt der Veröffentlichung korrekt sind. Die Informationen können jederzeit ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

EMC gehört jetzt zur Dell Unternehmensgruppe.

## INHALT

<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>ZIELGRUPPE .....</b>	<b>5</b>
<b>DIE VMAX-ALL-FLASH-PRODUKTTREIHE.....</b>	<b>5</b>
Hintergrund .....	5
Wir stellen vor: die VMAX-All-Flash-Arrays .....	5
VMAX All-Flash – Systemübersicht .....	6
Eine Architektur aus modularen Bausteinen .....	7
Brick-Übersicht .....	7
Brick-Engines.....	8
CPU-Core-Konfigurationen der Brick-Engine .....	8
Brick-Engine-Cachekonfigurationen.....	8
Brick-DAEs (Drive Array Enclosures) .....	9
V-Brick-DAEs bei Modell VMAX 250F .....	9
Brick-DAEs der Modelle VMAX 450F und VMAX 850F .....	9
Wichtige Hinweise zur VMAX-All-Flash-Brick DAE-Kapazität .....	11
<b>FLASH-OPTIMIERUNG BEI VMAX ALL-FLASH .....</b>	<b>11</b>
Cachearchitektur und Caching-Algorithmen bei VMAX All-Flash.....	11
Grundlegendes zur Endurance von Flash-Zellen .....	11
Write-Amplification-Reduzierung bei VMAX All-Flash .....	12
Mehr Flash-Performance mit Flash Boost.....	12
HYPERMAX OS .....	12
<b>VMAX-ALL-FLASH-DATENDIENSTE.....</b>	<b>13</b>
Remotereplikation mit SRDF .....	13
Lokale Replikation mit TimeFinder SnapVX .....	13
Konsolidierung von Block- und File-Speicher mit eNAS .....	14
Integriertes Management – Unisphere for VMAX .....	14
<b>VMAXALL -FLASH – HOHE VERFÜGBARKEIT UND AUSFALLSICHERHEIT .....</b>	<b>15</b>
<b>VMAX-ALL-FLASH-KONFIGURATIONEN FÜR OFFENE SYSTEME .....</b>	<b>15</b>
V-Brick-Systemkonfigurationen für offene Systeme für die VMAX 250F .....	15
V-Brick-Systemkonfigurationen für offene Systeme für die VMAX 450F und VMAX 850F .....	16
V-Brick-Front-end-Verbindungsoptionen für offene Systeme .....	17

VMAX-All-Flash-Softwarepakete für offene Systeme .....	19
<b>VMAX ALL-FLASH FÜR MAINFRAME .....</b>	<b>20</b>
Mainframe-zBrick-Systemkonfigurationen für die VMAX 450F/850F .....	20
Mainframe-zBrick-Front-end-Verbindungsoptionen.....	20
Softwarepakete von VMAX All-Flash für Mainframe.....	22
<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>22</b>
<b>QUELENNACHWEISE.....</b>	<b>23</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

2016 wurde der Wendepunkt erreicht, an dem Flash-Speicher die gleiche Dichte und Wirtschaftlichkeit bietet wie herkömmlicher Festplattenspeicher. An diesem Wendepunkt hat sich die Speicherlandschaft in Rechenzentren von Unternehmen grundlegend verändert. Mit der VMAX-All-Flash-Produktreihe stellt Dell EMC ein Angebot vor, das den Anforderungen einer All-Flash-Speicherumgebung für Unternehmen gewachsen ist.

Mit der VMAX-All-Flash-Produktreihe wird die All-Flash-Umgebung durch geschäftskritische Ausfallsicherheit, native und bewährte Enterprise-Datendienste und eine über Blockspeicher hinausgehende Workload-Konsolidierung erweitert. Den Enterprise-Flash-Speicherprodukten von Mitbewerbern hat das VMAX All-Flash dank folgender Merkmale einiges voraus:

- Bewährte Architektur mit einer bisher unerreichten Verfügbarkeit von 99,9999 % für den Flash-Speicherbedarf der Enterprise-Klasse
- Branchenweit renommierte Datendienste, einschließlich SRDF und Timefinder SnapVX – den Goldstandards für lokale und Remotereplikation
- Bisher unerreichte Flash-Dichte pro Flächeneinheit für Block- und File-Workloads innerhalb desselben Systems

Planung, Bestellung und Management von VMAX All-Flash sind so einfach wie nie zuvor. Es gibt drei VMAX-All-Flash-Modelle: die VMAX 250F, der VMAX 450F und die VMAX 850F. Kunden können mit einer einfachen modularen Architektur Scale-ups und Scale-outs durchführen. Beide VMAX-All-Flash-Modelle können mit einem von zwei vorkonfigurierten Softwarepaketen bestellt werden: dem Einstiegspaket F oder dem umfassenderen Paket FX. Beide Modelle werden mit integriertem Unisphere for VMAX für einfaches Speichermanagement und -monitoring geliefert. Auch Wartung und Lizenzierung sind beim VMAX All-Flash sehr einfach, wodurch die Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership, TCO) des Produkts spürbar niedriger sind.

Die VMAX-All-Flash-Produktreihe hat die Landschaft in Rechenzentren von Unternehmen radikal verändert. Die primären Komponenten und Vorteile dieses revolutionären Produkts werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

## ZIELGRUPPE

Das vorliegende Whitepaper ist für Kunden und Interessenten, Mitarbeiter von Dell EMC Sales und Support, Partner und alle Personen vorgesehen, die das VMAX-All-Flash-Speicherarray und seine Funktionen kennenlernen möchten.

## Die VMAX-All-Flash-Produktreihe

### Hintergrund

Die Anforderungen an Speicherkapazität und -performance in Unternehmen sind in den letzten Jahren angesichts der Notwendigkeit der Unterstützung von Millionen virtueller Geräte und virtueller Maschinen drastisch gestiegen. Herkömmliche Speichermedien mit rotierenden Platten erfüllen zwar immer noch die Speicherkapazitätsanforderungen in solchen Umgebungen, den Ansprüchen an die – mittlerweile in Millionen IOPS gemessene – Performance sind sie jedoch kaum noch gewachsen.

Bis vor Kurzem waren All-Flash-Speicher noch unerschwinglich, doch neue Entwicklungen, insbesondere vertikale 3-Bit-NAND-Architekturen mit Charge Trapping, haben der Flash-Technik zum Durchbruch in Sachen Kapazität und Wirtschaftlichkeit verholfen. Diese bahnbrechende Entwicklung hat den Wendepunkt, an dem die Flash-Speichertechnik die Wirtschaftlichkeit herkömmlicher Medien mit rotierenden Platten erreicht, wesentlich früher herbeigeführt. Mit diesen neuen Laufwerken kann der Bedarf an Speicherkapazität und -performance in Rechenzentren für Unternehmen mit stark virtualisierter Umgebung jetzt zu erschwinglichen Preisen erfüllt werden.

### Wir stellen vor: die VMAX-All-Flash-Arrays

Mit dem neuen VMAX All-Flash präsentiert Dell EMC ein All-Flash-Produkt, das den aufkommenden Speicheranforderungen in Unternehmen gewachsen ist. VMAX All-Flash wird in den drei Basismodellvarianten VMAX 250F, VMAX 450F und VMAX 850F angeboten. Alle drei beruhen auf der bewährten Dynamic Virtual Matrix-Architektur und HYPERMAX OS, im Gegensatz zu den VMAX-Hybridarrays sind sie jedoch echte All-Flash-Arrays und speziell auf die Kapazitäts- und Performanceanforderungen von All-Flash-Rechenzentren für Unternehmen ausgelegt. Die VMAX-All-Flash-Produkte besitzen spezifische Funktionen, die auf die neuen, in Konfigurationen mit größtmöglicher Dichte eingesetzten Flash-Laufwerke mit großer Kapazität ausgelegt sind. Enterprise-Kunden erhalten mit den VMAX-All-Flash-Arrays die bewährten VMAX-Datendienste. Außerdem bieten diese Arrays die in hochgradig

virtualisierten Umgebungen erforderliche Benutzerfreundlichkeit, Kapazität und Performance gepaart mit der Wirtschaftlichkeit herkömmlicher Speicher-Workloads.

Die VMAX-All-Flash-Produktreihe wurde mit den folgenden wichtigen Designzielen entwickelt:

- **Performance:** Das VMAX All -Flash liefert unabhängig von Workload und Kapazitätsauslastung eine zuverlässig kalkulierbare, hohe Performance im Enterprise-Rechenzentrum mit bis zu 4 Millionen IOPS und einer Latenz von unter 0,5 ms bei 150 GB/s Bandbreite.
- **Hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit:** Die bewährte Architektur des VMAX All-Flash weist keine Single-Points-of-Failure auf und bietet erwiesenermaßen eine Verfügbarkeit von 99,9999 %. Durch die Möglichkeit der Verwendung von SRDF stehen dem Kunden alle Multistandort-Replikationsoptionen für Disaster Recovery und schnelle Neustarts zur Verfügung.
- **Inline-Komprimierung:** Die Komprimierungsfunktion spart Speicherplatz ein und ermöglicht es HYPERMAX OS, die verfügbare Kapazität auf effiziente Weise zu managen. Die Komprimierung erfolgt durch das HYPERMAX OS innerhalb des Systems und unter Verwendung mehrerer Komprimierungsbereiche, um einen Komprimierungsdurchschnitt von 2:1 für das System zu erreichen.
- **Unterbrechungsfreie Migration (Non-Disruptive Migration, NDM):** NDM ermöglicht es, den Prozess der Migration von Hosts und Anwendungen auf ein neues VMAX-All-Flash-Array ohne jegliche Ausfallzeiten zu automatisieren.
- **Höhere Endurance von Flash-Laufwerken:** VMAX All -Flash besitzt einzigartige Funktionen zur Minimierung von „Write Amplification“ (übermäßigen Schreibvorgängen) auf den Flash-Laufwerken. Schreibvorgänge werden in großen Cachevolumen gespeichert und mithilfe intelligenter Auslagerungsalgorithmen zu größeren sequenziellen Schreibvorgängen zusammengeführt, um zufällige Schreib-I/O-Vorgänge an das Back-end zu minimieren. Bewährte Write-Folding-Algorithmen sorgen beim VMAX All -Flash außerdem für eine drastische Senkung der Zahl der Schreib-I/O-Vorgänge an das Back-end.
- **Flash-Dichte:** Mit seinen großen Flash-Laufwerken liefert das VMAX All -Flash das branchenweit höchste IOPS/TB-Verhältnis pro Fläche. Die Unterstützung von Flash-Laufwerken mit hoher Kapazität zeichnet das VMAX All -Flash vor vielen All-Flash-Alternativen aus. Dank ihrer profitiert das System von den größeren Flash-Laufwerksdichten, Skaleneffekten und der schnellen Markteinführung, die die Anbieter erstklassiger Flash-Laufwerktechnik auszeichnen.
- **Skalierbarkeit:** VMAX-All-Flash-Konfigurationen bestehen aus modularen Bausteinen, den sogenannten „Bricks“. Ein Brick besteht aus einer Engine und zwei DAEs, die für eine bestimmte nutzbare Gesamtkapazität vorkonfiguriert sind. Die Brick-Kapazität kann in festen Schritten an nutzbarer Kapazität (so genannte Flash Capacity Packs) erweitert werden.
- **Datendienste:** VMAX All -Flash bietet mit SRDF für die Remotereplikation und Timefinder SnapVX für die lokale Replikation vollständige Unterstützung für den branchenweiten Goldstandard der Replikation. VMAX All -Flash gestattet auch die vollständige Integration in Dell EMC AppSync zur Vereinfachung des Replikationsmanagements bei geschäftskritischen Anwendungen.
- **Konsolidierung:** VMAX All -Flash sind die einzigen All-Flash-Speicherprodukte, die Block- und File-Speicher von offenen Systemen in einer einzigen räumlichen Einheit konsolidieren können. VMAX All -Flash unterstützt viele Front-end-Verbindungsoptionen, einschließlich Fibre Channel, iSCSI und FICON für Mainframe.
- **Rationalisierte Verpackung:** Die VMAX-All-Flash-Produktreihe wird in den Varianten „F“ und „FX“ angeboten. Die Modelle der VMAX-All-Flash-Produktreihe unterscheiden sich im Wesentlichen bei den stark vereinfachten Softwarepaketen. Die VMAX-All-Flash-Basismodelle werden als VMAX 250F, 450F und 850F bezeichnet. Das Basismodell „F“ enthält ein Entry-Level-Softwarepaket mit Funktionen wie integriertem Unisphere, während die „FX“-Varianten zusätzlich zum Inhalt des Entry-Level-Pakets „F“ erweiterte Softwareangebote wie SRDF enthalten.
- **Einfaches Management:** Integriertes Unisphere for VMAX ist im F- und im FX-Paket enthalten. Die intuitive Managementoberfläche von Unisphere for VMAX maximiert die Produktivität der IT-Manager durch eine erhebliche Reduzierung des Zeitaufwands für Provisioning, Management und Monitoring der VMAX-All-Flash-Speicherressourcen. Da Unisphere for VMAX in VMAX All -Flash integriert ist, ist das einfache Management ohne zusätzliche Server und Hardware möglich. Das FX-Paket enthält zudem Unisphere 360, mit dem Speicheradministratoren Berichte zur Systemintegrität auf Standortebene für jedes VMAX im Rechenzentrum anzeigen und die Compliance mit Codeversionen und weiteren Infrastrukturwartungsanforderungen koordinieren können.

## VMAX All-Flash – Systemübersicht

VMAX All -Flash ist zur Unterstützung von Flash-Konfigurationen mit höchstmöglicher Dichte ausgelegt. Die Unterstützung von Flash-Laufwerken mit hoher Kapazität zeichnet das VMAX All -Flash vor vielen All-Flash-Alternativen aus. Dank ihrer profitiert VMAX All -Flash von den größeren Flash-Laufwerksdichten, Skaleneffekten und der schnelleren Markteinführung, die die Anbieter erstklassiger Flash-Laufwerktechnik auszeichnen.

Der Umstieg auf Flash-Laufwerke mit höherer Kapazität ist im Hinblick auf Anschaffungskosten und TCO eine attraktive Alternative zu Hybridarrays. Weitere Vorteile von VMAX All -Flash, etwa die höhere Performance und Dichte, die kalkulierbare Latenz, der geringere Energie- und Kühlbedarf und der seltener erforderliche Laufwerktausch, werden die Bereitstellung All-Flash-basierter VMAX-Speichersysteme künftig noch beschleunigen.

## Eine Architektur aus modularen Bausteinen

Die vereinfachten Appliance-basierten Softwarepakete und die modulare Bausteinkonfiguration von VMAX All-Flash verringern die Komplexität und erleichtern die Konfiguration und Bereitstellung. Die Architektur ermöglicht es, das System zur Erzielung einer zuverlässig hohen Performance nach Bedarf zu skalieren. Die Bausteine werden „Bricks“ genannt.

Es gibt zwei Arten von Bricks für VMAX All-Flash:

- den **V-Brick-Baustein**, der offene Systemkonfigurationen mit Fibre-Channel- bzw. iSCSI-Konnektivität und FBA-Geräteformatierung unterstützt.
- den **zBrick**, der Mainframekonfigurationen mit FICON-Konnektivität und CKD-Geräteformatierung unterstützt.

Hinweis: In diesem Dokument wird der Begriff „Brick“ verwendet, wenn Merkmale und Funktionen erörtert werden, die sowohl für den V-Brick-Baustein als auch für den zBrick gelten. Der zBrick wird im Abschnitt zur VMAX-All-Flash-Mainframe-Unterstützung in diesem Dokument ausführlich erläutert.

## Brick-Übersicht

Das Kernelement von VMAX All-Flash ist der Brick. Ein Brick besteht aus folgenden Komponenten:

- Eine Engine mit Dynamic-Virtual-Matrix-Architektur und HYPERMAX OS
- Vollständig redundante Hardware mit mehreren Netzteilen und untereinander verbundenen Fabrics
  - Eine Architektur ohne Single-Point-of-Failure
  - Nachgewiesene Verfügbarkeit von 99,9999 %
- 2 Drive Array Enclosures (DAEs) mit Steckplätzen für 2,5-Zoll-Laufwerke
  - Die VMAX 250F verfügt über zweimal 25 Steckplätze für 2,5-Zoll-Laufwerke, die VMAX 450F/850F hat zweimal 120 Steckplätze für 2,5-Zoll-Laufwerke
  - Die VMAX-All-Flash-Brick-Einstiegskonfiguration bietet eine festgelegte nutzbare Kapazität
  - Zusätzliche V-Brick-Speicherkapazität wird in festgelegten Schritten in Form so genannter „Flash Capacity Packs“ hinzugefügt. Weitere zBrick-Speicherkapazität wird in definierten Schritten in Form so genannter „zCapacity Packs“ hinzugefügt.
- Bis zu 32 Front-end-Ports
- Bis zu 2 TB Cache pro Brick

Die folgende Tabelle listet die verschiedenen Brick-Spezifikationen der VMAX-All-Flash-Modelle auf:

**Tabelle 1. Brick-Spezifikationen nach VMAX-All-Flash-Modell**

Komponente	Spezifikation	VMAX 250F	VMAX 450F	VMAX 850F
Systemlayout	Platzbedarf in Flächeneinheiten	1	1–2	1–4
Rechner	Anzahl der Bricks pro System	1–2	1–4	1–8
	Unterstützung für Mainframe-zBrick	Nein	Ja	Ja
	Maximale Anzahl an Cores pro System	96	128	384
Cache	Cache-pro-Brick-Optionen	512 GB, 1 TB und 2 TB	1 TB und 2 TB	
	Unterstützung gemischter Caches	Ja	Nein	Nein
Ports und Module	Max. FE-Module pro V-Brick-Baustein	8 (32 FE-Ports insgesamt pro V-Brick-Baustein)	6 (24 FE-Ports insgesamt pro V-Brick-Baustein)	
	Max. FE-Module pro zBrick	-	6 (24 FICON-Ports insgesamt pro zBrick) (1)	
	Max. FE-Ports pro System	64	96	192
Laufwerke und Kapazität	Brick-DAE-Typ und Anzahl	2 x 25 Steckplätze, 2,5 Zoll (DAE25)	2 x 120 Steckplätze, 2,5 Zoll	
	Maximale Anzahl an Laufwerken pro System	100	960	1.920
	Max. effektive Kapazität offener Systeme pro System (1)	1 PBe	2 PBe	4 PBe
	Max. nutzbare Mainframekapazität pro System (2)	-	800 TBu	1,7 PBu
	Brick-Einstiegskonfig., nutzbare Kapazität	11 TBu	53 TBu	
	Schrittgröße Flash Capacity Pack	11 TBu	13 TBu	
	RAID-Optionen	RAID 5 (3+1) RAID 6 (6+2)	RAID 5 (7+1), RAID 6 (14+2)	
	Unterstützte V-Brick-Flash-Laufwerksgrößen	960 GB, 1,92 TB, 3,84 TB, 7,68 TB, 15,36 TB	960 GB, 1,92 TB, 3,84 TB	
	Unterstützte zBrick-Flash-Laufwerksgrößen	-	960 GB, 1,92 TB, 3,84 TB	

- (1) Ein zBrick wird standardmäßig mit 2 FICON-Modulen ausgeliefert. Zusätzliche FICON-Module können gesondert bestellt werden.
- (2) Dell EMC verwendet PBU (und TBU) zur Angabe der nutzbaren Speicherkapazität bei fehlender Komprimierung, d. h. die Menge an physischem Speicher, die ab Werk enthalten ist. Dell EMC nutzt PBE (und TBE) zur Angabe der effektiven Speicherkapazität bei vorhandener Komprimierung,
  - (a) d. h., wenn ein Kunde 50 TBU an physischem Speicher hat und dieser auf 2:1-Basis komprimierbar ist, verfügt der Kunde über 100 TBE (effektiven Speicher).

Das Brick-Konzept ermöglicht das Scale-up und Scale-out des VMAX-All-Flash-Systems. Das Scale-up erfolgt durch Hinzufügen von Flash Capacity Packs. Jedes Flash Capacity Pack besitzt ein Vielfaches von 13 TBU an nutzbarem Speicher bei den VMAX-Modellen 450F/850F bzw. von 11 TBU beim Modell VMAX 250F. Das Scale-out von VMAX All-Flash erfolgt durch das Zusammenfassen von bis zu zwei Bricks (VMAX 250F) bzw. bis zu acht Bricks (VMAX 450F/850F) in einem einzigen System, wobei sich Konnektivität, Verarbeitungsleistung und Kapazität in vollem Umfang gemeinsam nutzen lassen. Beim Scale-out eines VMAX-All-Flash-Systems durch Hinzufügen von Bricks wird unabhängig vom Workload eine kalkulierbare lineare Verbesserung der Performance erzielt.

## Brick-Engines

Die Brick-Engine ist die zentrale I/O-Verarbeitungseinheit. Ihr redundanter Aufbau sorgt für hohe Verfügbarkeit. Sie besteht aus redundanten Directors, die jeweils Multi-Core-CPU's, Speichermodule und Schnittstellen zu universellen I/O-Modulen (z. B. Front-end-, Back-end-, InfiniBand- und Flash-I/O-Module) enthalten.

Grundlage der Brick-Engine ist die bewährte Dynamic-Virtual-Matrix-Architektur. Die virtuelle Matrix ermöglicht die Kommunikation zwischen Directors über redundante interne InfiniBand-Fabrics. Die InfiniBand-Fabric bildet die Grundlage für einen hochgradig skalierbaren Backbone mit extrem niedriger Latenz und hoher Bandbreite, der für ein All-Flash-Array unverzichtbar ist. Dies ist auch Voraussetzung für die beim Brick-Konzept eingesetzte Art von Scale-up und Scale-out.

### CPU-Core-Konfigurationen der Brick-Engine

Jede Brick-Engine hat zwei Directors mit jeweils zwei CPU-Sockeln für Multi-Core-/Multi-Threading-Intel-Prozessoren. Die folgende Tabelle zeigt das Engine-CPU-Core-Layout für jedes VMAX-All-Flash-Modell:

**Tabelle 2. Brick-Engine-CPU-Cores pro VMAX-All-Flash-Modell**

VMAX-All-Flash-Modell	Engine-CPU-Typ	Cores pro Director	Cores pro Brick	Max. Cores pro System
250F (nur V-Brick-Baustein)	2 Intel Broadwell mit 12 Cores	24	48	96 (max. 2 Bricks)
450F	2 Intel Ivy Bridge mit 8 Cores	16	32	128 (max. 4 Bricks)
850F	2 Intel Ivy Bridge mit 12 Cores	24	48	384 (max. 8 Bricks)

Das Core-Pooling der Brick-Engine ermöglicht einen dynamischen Lastenausgleich der Cores durch deren Verteilung auf Front-end, Back-end und die auf der Engine ausgeführten Datendienste (z. B. SRDF, eNAS und integriertes Management). Zur weiteren Optimierung für den jeweiligen Einsatz der Lösung kann die Core-Pool-Gewichtung jederzeit dynamisch auf einen Front-end- oder Back-end-intensiven Workload wechseln.

Neben der dynamischen Core-Pool-Gewichtung gestattet die VMAX All-Flash die Implementierung spezifischer Kennzahlen für die Leistungsqualität (QoS, Quality of Service), z. B. die Festlegung der maximalen IOPS-Zahl für eine spezifische Speichergruppe. Dies ist extrem hilfreich für ein gutes Management der System-Core-Nutzung, damit leistungshungrige virtuelle Maschinen oder Hosts Systemressourcen nicht übermäßig in Anspruch nehmen können. QoS trägt dazu bei, dass Ressourcen an alle angeschlossenen Hosts und virtuellen Maschinen gleichmäßig verteilt werden und die maximale Performance in Bezug auf IOPS und Durchsatz erzielt wird.

### Brick-Engine-Cachekonfigurationen

Jeder Brick-Director besitzt 16 Arbeitsspeichersteckplätze für 32-GB- und 64-GB-DDR4-DIMMS. Pro Director steht daher bis zu 1 TB bzw. 2 TB Cache (2 TB Cache max. pro Brick-Engine) zur Verfügung.

**Tabelle 3. Brick-Engine-Cachekonfiguration pro VMAX-All-Flash-Modell**

VMAX-All-Flash-Modell	Cache pro Brick	Max. Cache pro System
250F (nur V-Brick-Baustein)	512 GB, 1 TB, 2 TB	4 TB (max. 2 Bricks)
450F	1 TB oder 2 TB	8 TB (max. 4 Bricks)
850F	1 TB oder 2 TB	16 TB (max. 8 Bricks)



Für VMAX-All-Flash-250F-Modelle mit zwei Bricks kann das System Engines mit unterschiedlichen Cachegrößen verwenden (gemischter Speicher). Der Cache für die Engine von Brick A kann z. B. 1 TB groß sein, während der Cache für die Engine von Brick B 512 TB groß ist. Dies ergäbe eine Cachegröße von 1,5 TB für das Gesamtsystem. Der Unterschied bei der Cachegröße zwischen den Engines muss immer eine Kapazitätsgröße kleiner oder größer betragen. Gültige gemischte Speicherkonfigurationen für die VMAX 250F sind in der folgenden Tabelle gezeigt:

**Tabelle 4. VMAX 250F mit gemischten Engine-Cachegrößenkonfigurationen**

Gemischte Speicherkonfiguration	Kleinste Engine-Cachegröße	Größte Engine-Cachegröße	Gesamter Systemcache
Konfiguration 1	512 GB	1 TB	1,5 TB
Konfiguration 2	1 TB	2 TB	3 TB

Hinweis: Die Modelle VMAX 450F und 850F unterstützen keine gemischten Cachegrößen für Engines. Bei diesen Systemen muss die Cachegröße der Engines gleich sein.

Die VMAX-All-Flash-Produktreihe unterstützt Dynamic Cache Partitioning (DCP) auf den System-Engines. DCP ist eine QoS-Funktion, welche die Abgrenzung bestimmter Mengen an Cache für bestimmte Umgebungen erlaubt, z. B. „Produktion“ von „Entwicklung“. Ein weiteres Beispiel ist die Trennung von Cacheressourcen für „filebasierte Daten“ von „Blockdaten“ bei Systemen, die eNAS-Services nutzen. Die Möglichkeit zur Abgrenzung und Isolierung von Cacheressourcen ist Grundvoraussetzung für Mehrmandantenumgebungen.

## Brick-DAEs (Drive Array Enclosures)

### V-Brick-DAEs bei Modell VMAX 250F

Jeder Brick der VMAX 250F besitzt zwei 2-HE-DAEs mit Fronteinschub für 25 2,5-Zoll-Laufwerke und einer anfänglichen vorkonfigurierten Kapazität von 11 TBu, für die RAID-5-Sicherheit (3+1) bzw. RAID-6-Sicherheit (6+2) unterstützt wird. Das DAE der VMAX 250F unterstützt 12-Gbit/s-SAS-Konnektivität und erfordert 12-Gbit/s-SAS-Flash-Laufwerke. Flash-Laufwerke mit 6-Gbit/s-SAS-Konnektivität werden bei der VMAX 250F nicht unterstützt. Das VMAX 250F-DAE verfügt über Laufwerkssteckplätze mit zwei Ports und zwei Stromversorgungszone für hohe Verfügbarkeit.

**Abbildung 1. Vollständig bestücktes V-Brick-DAE der VMAX 250F**



Zusätzliche Scale-up-Kapazität wird zum VMAX 250F-System mithilfe von Flash Capacity Packs in Schritten von 11 TBu hinzugefügt. Die Skalierung ist bis auf eine maximale effektive Kapazität von 500 TBu pro Brick möglich. Eine VMAX 250F mit zwei Bricks kann unter Verwendung eines halben Racks (20 HE) auf einer einzigen Flächeneinheit bis zu einer Gesamtkapazität von 1 PBe hochskaliert werden.

### Brick-DAEs der Modelle VMAX 450F und VMAX 850F

Jeder Brick der VMAX 450F und VMAX 850F besitzt zwei 3-HE-Rackauszug-DAEs für 120 2,5-Zoll-Laufwerke und einer anfänglichen vorkonfigurierten Kapazität von 53 TBu, für die RAID-5-Sicherheit (7+1) bzw. RAID-6-Sicherheit (14+2) unterstützt wird. Jedes Brick-DAE der VMAX 450F und VMAX 850F verfügt über Laufwerkssteckplätze mit zwei Ports und jeweils vier separate Stromversorgungsbereiche sorgen dafür, dass die DAEs keinen Single-Point-of-Failure aufweisen. Das nachfolgende Diagramm zeigt die DAE-Anordnung in einem Brick der VMAX 450F und VMAX 850F:

Abbildung 2. DAE-Anordnung im Brick der VMAX 450F/850F – Laufwerkssteckplätze und Stromversorgungsbereiche



Zusätzliche Scale-up-Kapazität wird dem System in Vielfachen von 13-TBu-Schritten hinzugefügt, die bei V-Brick-Bausteinen „Flash Capacity Packs“, bei zBricks „zCapacity Packs“ genannt werden. Durch das „Capacity Pack“-Konzept kann ein VMAX 450F- und VMAX 850F-Array während seiner Laufzeit stark vergrößert werden – vor allem, wenn Flash-Laufwerke mit hoher Kapazität verwendet werden. Jedes VMAX 450F- und VMAX 850F-System kann anfänglich mit nur 53 TBU Kapazität konfiguriert und dann mit einer einzigen 2-TB-Cache-Engine auf bis zu 500 TBU nutzbare Kapazität skaliert werden. Zur Aufnahme der zusätzlichen Kapazität stehen die leeren Steckplätze der DAEs zur Verfügung. Die Erweiterung ist einfach, da dem Systemschacht keine zusätzlichen DAEs hinzugefügt werden müssen. Wenn ein Systemschacht einer VMAX 450F oder VMAX 850F mit zwei Bricks mit 2-TB-Cache-Engines mit Komprimierung (2:1) bereitgestellt wird, kann ein Kunde bis zu 1 PBe effektive Flash-Kapazität auf einer einzigen Flächeneinheit nutzen und dabei nur 500 TB physischen Speicher verbrauchen. Bei einer durchschnittlichen 2:1-Komprimierung kann das VMAX 450F-System bis auf 2 PBe skalieren, das VMAX 850F-System bis auf 4 PBe.

Abbildung 3. Voll bestücktes Brick-DAE der VMAX 450F/850F



## Wichtige Hinweise zur VMAX-All-Flash-Brick DAE-Kapazität

- Bei VMAX-All-Flash-Arrays wird ein einziges RAID-Schutzschema für das gesamte System. Das Schutzschema wird durch die anfängliche nutzbare Kapazität des Systems bestimmt. Für alle anschließend hinzugefügten Speicher- und Brick-Erweiterungen wird das gleiche RAID-Schutzschema wie für die ursprüngliche nutzbare Kapazität (53 TBu bei VMAX 450F und VMAX 850F, 11 TBu bei VMAX 250F) verwendet, unabhängig von der vom zusätzlichen Flash Capacity Pack verwendeten Laufwerksgröße.
- Die für VMAX All-Flash adressierbare Kapazität und der für Host-I/O verfügbare Platz richten sich nach der Gesamtcachegröße im System. Typischerweise kann 1 TB des V-Brick-Engine-Caches bis zu 250 TB adressierbaren Speicher eines offenen Systemhosts unterstützen; 1 TB zBrick-Engine-Cache kann üblicherweise bis zu 100 TB adressierbaren Speicher eines Mainframehosts unterstützen. Dies ist wichtig bei der richtigen Dimensionierung eines VMAX-All-Flash-Systems mit Komprimierung. Ein Beispiel: Wenn ein Kunde 1 PBe an adressierbarem Speicher in einem Verhältnis von 2:1 komprimiert haben muss, heißt das, dass das System 4 TB an Systemcache und 500 TB an physischem Speicher benötigt.
- Mehrere Flash-Laufwerksgrößen können innerhalb der Brick-DAE für die VMAX 250F, VMAX 450F und VMAX 850F koexistieren.
- Die Brick-RAID-Gruppen erstrecken sich über beide DAEs.
- VMAX All-Flash bietet das Servicelevel „Diamond“ für internen Speicher und „Optimized“ für externe Festplattenspeicher wie z. B. CloudArray.
- Erforderliche Ersatzlaufwerke berechnen sich folgendermaßen: 1 Ersatzlaufwerk pro 50 Laufwerke eines bestimmten Typs pro Engine
- Mainframe-zBrick-DAEs unterstützen Flash-Laufwerke mit 960 GB, 1,92 TB und 3,84 TB.

## FLASH-OPTIMIERUNG BEI VMAX ALL-FLASH

All-Flash-Speichersysteme erfordern von den sie unterstützenden Unternehmensspeicherplattformen höchste Performance und Ausfallsicherheit. Die Grundlage eines echten All-Flash-Arrays ist eine Architektur, bei der die aggregierte Performance moderner Flash-Laufwerke mit hoher Dichte unter Maximierung ihrer Lebenszeit vollständig genutzt werden kann. VMAX All-Flash verfügt über mehrere in die Produktarchitektur integrierte Funktionen zur Maximierung von Flash-Laufwerksperformance und -Lebenszeit. In diesem Abschnitt werden diese Funktionen im Detail erläutert.

### Cachearchitektur und Caching-Algorithmen bei VMAX All-Flash

Basis der VMAX-Produktreihe ist eine sehr große High-Speed-DRAM-Cachearchitektur, die über hochkomplexe und optimierte Algorithmen gesteuert wird. Diese Algorithmen sorgen dafür, dass der physische Zugriff auf das Back-end soweit wie möglich vermieden wird, und beschleunigen so den Datenzugriff.

Dell EMC arbeitet seit vielen Jahren an der Entwicklung und Optimierung von Caching-Algorithmen. Die VMAX-Cachealgorithmen optimieren Lese- und Schreibvorgänge zur Maximierung der I/O-Verarbeitung durch den Cache und zur Minimierung des Zugriffs auf Back-end-Flash-Laufwerke. Zudem wird vom System anhand des I/O-Referenzorts prognostiziert, welche Daten künftig von den Anwendungen benötigt werden könnten. Auch diese Daten werden in den Cache übertragen.

Bei den Cachealgorithmen werden zur Minimierung des Datenträgerzugriffs u. a. folgende Techniken eingesetzt:

- Zwischenspeicherung aller Hostschreibvorgänge
- Zwischenspeicherung von über 50 % der Lesevorgänge
- Langer Verbleib aktueller Daten im Cache, da diese wahrscheinlich erneut angefordert werden
  - Sequenzielle Auslagerung durch intelligente Algorithmen

### Grundlegendes zur Endurance von Flash-Zellen

Das Schreibcachemanagement ist nicht nur unentbehrlich für die Verbesserung der Performance, es bildet auch den zentralen Ansatz der VMAX-All-Flash-Konzeption zur Verlängerung der Endurance der Flash-Laufwerke. Den größten Einfluss auf Langlebigkeit und Endurance von Flash-Laufwerken haben Schreibvorgänge, und zwar insbesondere zufällige Schreibvorgänge in kleinen Blöcken. Beim Schreiben werden zunächst die alten Daten aus der Flash-Zelle gelöscht und die Zelle dann mit den neuen Daten programmiert. Dieser Prozess wird als „Program and Erase Cycle“ (P/E Cycle) bezeichnet. Bei jeder Flash-Zelle ist eine begrenzte Anzahl P/L-Zyklen möglich, nach der sie keine Daten mehr aufnehmen kann und ihre Lebenszeit (Endurance) beendet ist. Bei den meisten modernen Flash-Zellen beträgt diese Endurance mehrere Tausend P/L-Zyklen.

Eine Besonderheiten der Flash-Technik besteht darin, dass Schreibvorgänge zwar über eine in der Regel einige KB große Flash-Seite verteilt werden, vor dem Schreibvorgang aber alle Daten aus dem gesamten (normalerweise mehrere MB großen) Flash-Block, der die Seite enthält, gelöscht werden müssen. Vor dem Löschen der Seite wird von dem Flash-Controllerchip eine leere (gelöschte) Stelle im Laufwerk gesucht und alle Daten der Seite werden auf diese Stelle kopiert (geschrieben). Aufgrund der Art und Weise, wie Flash-Daten geschrieben werden, kann ein einfacher 4-KB-Schreibvorgang von einem Host dazu führen, dass laufwerksintern ein Vielfaches der Datenmenge geschrieben wird und es zu P/L-Zyklen bei vielen Zellen kommt. Diese als „Write Amplification“ bezeichnete

Vervielfältigung der Schreibvorgänge wirkt sich nachteilig auf die Endurance von Flash-Zellen aus. Der Effekt wird durch zufällige Schreibvorgänge in kleinen Blöcken noch erheblich verstärkt. Dabei tendieren viele zufällige Schreibvorgänge in kleinen Blöcken zur unkontrollierten Ausbreitung über das Laufwerk, wodurch noch mehr Zellen beeinträchtigt werden und P/L-Zyklen in einem wesentlich größeren Zellbereich stattfinden. Write Amplification hat bei größeren sequenziellen Schreibvorgängen wesentlich geringere Auswirkungen, da die Daten hier sequenziell lokal auf einen einzelnen Flash-Block geschrieben werden, was eine bessere Anpassung der Flash-Seitengrößen und die Begrenzung der P/L-Zyklen auf einen kleineren Bereich ermöglicht.

## Write-Amplification-Reduzierung bei VMAX All-Flash

Write Amplification muss zur Gewährleistung der Langlebigkeit von Flash-Geräten gesteuert und vermindert werden, da unkontrollierte Write Amplification die Hauptursache für einen vorzeitigen Verlust der Beständigkeit bei Flash-Speichern ist. Die Eindämmung von Write Amplification ist eine der größten Stärken von VMAX All-Flash und ist ein echtes Differenzierungsmerkmal gegenüber den Flash-Arrays von Mitbewerbern. Neben intelligenten Caching-Algorithmen, durch die Daten so lange wie möglich im Cache gehalten werden, werden bei der VMAX All-Flash weitere Methoden zur Minimierung der Zahl der Schreibvorgänge auf Flash-Zellen eingesetzt. Dabei handelt es sich um die folgenden Methoden:

- Write Folding: Diese Methode dient zur Vermeidung unnötiger Datenträger-I/O-Vorgänge, wenn von einem Host erneut in einen bestimmten Adressbereich geschrieben wird. Die neu geschriebenen Daten werden einfach im Cache ersetzt und nie auf das Flash-Laufwerk geschrieben. Durch Write Folding kann die Zahl der Schreibvorgänge auf Flash-Laufwerken um bis zu 50 % verringert werden.
- Schreibzusammenführung: Bei dieser Methode werden aufeinanderfolgende, zufällige kleine Schreibvorgänge zu einem großen sequenziellen Schreibvorgang zusammengefasst. Solche größeren Schreibvorgänge passen wesentlich besser zu den Seitengrößen auf dem Flash-Laufwerk selbst. Dank der Schreibzusammenführung werden hochgradig zufällige Host-I/O-Schreibarbeitslasten beim VMAX All-Flash in sequenzielle Schreibarbeitslasten für die Flash-Laufwerke umgewandelt.
- TimeFinder SnapVX-NoCopy-Funktion für verknüpfte Ziele: Von TimeFinder SnapVX werden extrem speicherplatzeffiziente Point-in-Time-Snapshots für Quell-Volumes erstellt. Soll die Verknüpfung eines Ziel-Volumes mit einem Snapshot gelöst werden, wie es häufig bei der Einrichtung einer Entwicklungsumgebung geschieht, müsste eine komplette Kopie des Quell-Volumes an das Ziel erfolgen, damit dieses nach dem Lösen der Verknüpfung verwendet werden kann. Dies würde zu einer stark erhöhten Kapazitätsauslastung auf dem Back-end führen, bei der ein großer Teil der Schreibvorgänge auf dessen Laufwerken erfolgt. Mit SnapVX ist dies nicht mehr nötig, da das Point-in-Time-Image nach Lösen der Verknüpfung mit dem NoCopy-Ziel-Volume weiterhin zugänglich ist. Dadurch werden zahlreiche Schreibvorgänge auf Back-end-Flash-Geräten vermieden.
- Advanced Wear Analytics: [Diese für Flash-Laufwerke](#) mit hoher Kapazität optimierte Nutzungsanalyse sorgt für eine Verteilung der Schreibvorgänge über den gesamten Flash-Pool, sodass die Last gleichmäßig verteilt und übermäßige Schreibvorgänge mit entsprechendem Verschleiß bei einzelnen Laufwerken vermieden werden. Dies hilft nicht nur beim Management von Flash-Laufwerken in den Speicherpools, es erleichtert auch das Hinzufügen und Austarieren zusätzlichen Speichers im System.

Alle bei der VMAX All-Flash eingesetzten Methoden zur Reduzierung von Write Amplification bewirken eine erhebliche Verminderung der Schreibvorgänge auf dem Back-end und verlängern somit deutlich die Lebenszeit der Flash-Laufwerke im Array.

## Mehr Flash-Performance mit Flash Boost

Dell EMC arbeitet fortlaufend an der Verbesserung der Performance seiner Produkte. Bei jeder neuen Hardwareplattform und Softwareversion werden intensive Bemühungen zur Beseitigung potenzieller Engpässe gemacht, die die Performance beeinträchtigen könnten. FlashBoost ist eine von Dell EMC eingeführte Funktion, die nun standardmäßig Teil von HYPERMAX OS ist. Mit FlashBoost werden Leseanforderungen direkt aus den Back-end-Flash-Laufwerken bedient und so die Effizienz von HYPERMAX OS maximiert. Dadurch werden Schritte zur I/O-Verarbeitung über den globalen Cache vermieden und die Latenz bei Lesevorgängen, insbesondere für Flash-Laufwerke, verringert. In Umgebungen mit einer hohen Flash-Lesefehlerquote kann so eine bis zu 100 % höhere IOPS-Performance erzielt werden.

## HYPERMAX OS

Die VMAX-All-Flash-Engines bauen auf dem bewährten HYPERMAX OS auf. Bei diesem sind branchenführende hohe Verfügbarkeit, I/O-Management, Servicequalität, Datenintegritätsprüfung, Datenverschiebung und Datensicherheit in einer offenen Anwendungsplattform vereint. HYPERMAX OS verfügt über den ersten in Echtzeit ausgeführten, unterbrechungsfreien Storage Hypervisor. Dieser verwaltet und schützt integrierte Services durch die Ausdehnung der hohen Verfügbarkeit auf die Services, die normalerweise extern vom Array ausgeführt würden. Die primäre Funktion von HYPERMAX OS ist das Management der Kernvorgänge auf dem Array, z. B.:

- Verarbeitung von I/O-Vorgängen von Hosts
- Implementierung des RAID-Schutzes
- Performanceoptimierung durch Zulassen des direkten Zugriffs auf Hardwareressourcen
- Systemmanagement und -monitoring
- Implementierung von Datendiensten, einschließlich der lokalen und Remotereplikation

## VMAX-ALL-FLASH-DATENDIENSTE

Der Lieferumfang der VMAX-All-Flash-Produktreihe umfasst erstklassige Datendienste. Datendienste bei VMAX sind Prozesse, mit deren Hilfe Kundendaten im Array geschützt, verwaltet, und verschoben werden. Die Dienste werden nativ, VMAX-integriert ausgeführt, wobei die Ressourcenabstraktionsschicht vom HYPERMAX OS-Hypervisor bereitgestellt wird. Auf diese Weise können gepoolte Ressourcen (CPU-Cores, Cache und Bandbreite) innerhalb des Arrays von den Datendiensten gemeinsam verwendet werden. Damit wird die Performance im gesamten System optimiert und die Komplexität in der Umgebung verringert, da Ressourcen (Systemcache, CPU-Cores und externe Appliances) nicht dediziert sein müssen.

Zu den gefragtesten für die VMAX-All-Flash-Produktreihe angebotenen Datendiensten gehören folgende:

- Remotereplikation mit SRDF
- Lokale Replikation mit TimeFinder SnapVX
- Embedded NAS (eNAS)
- eManagement – integriertes Unisphere for VMAX

### Remotereplikation mit SRDF

SRDF ist möglicherweise der am meisten verbreitete Datendienst in Rechenzentren, denn er repräsentiert den Goldstandard für die Remotereplikation. Das Tool wird von bis zu 70 % der Fortune 500-Unternehmen für die Replikation wichtiger Daten an geografisch verteilte Rechenzentren weltweit verwendet. Mit SRDF können Kunden Zehntausende Volumes an bis zu vier verschiedene Standorte weltweit replizieren.

Unter VMAX All-Flash wird eine spezifisch auf den All-Flash-Einsatz ausgelegte Version von SRDF ausgeführt. Bei dieser Version werden Multi-Core-/Multi-Threading-Techniken zur Steigerung der Performance eingesetzt, während leistungsstarke Write-Folding-Algorithmen für eine deutliche Reduzierung der bei der Replikation erforderlichen Bandbreite sowie der Back-end-Schreibvorgänge in die Flash-Arrays an Quelle und Ziel sorgen.

Dem Kunden stehen drei Hauptvarianten von SRDF zur Auswahl:

- (1) SRDF Synchronous (SRDF/S): Diese Variante gestattet eine datenverlustfreie Remotespiegelung zwischen Rechenzentren über eine Entfernung bis 100 Kilometer.
- (2) SRDF Asynchronous (SRDF/A): Diese Variante bietet eine asynchrone Remotedatenreplikation zwischen Rechenzentren über eine Entfernung bis 12.875 Kilometer. SRDF/A kann drei oder vier Standorttopologien, wie sie für extrem geschäftskritische Anwendungen benötigt werden, unterstützen.
- (3) SRDF/Metro: Diese Variante ermöglicht eine hohe Aktiv-Aktiv-Verfügbarkeit für den unterbrechungsfreien Datenzugriff und Workload-Mobilität innerhalb eines Rechenzentrums oder zwischen Rechenzentren über eine Entfernung bis 100 Kilometer. SRDF/Metro ermöglicht das Clustering von Speicherarrays und bietet damit zusätzliche Ausfallsicherheit, Flexibilität und Datenmobilität. Bei Verwendung von SRDF/Metro haben Hosts oder Host-Cluster Zugriff auf zwischen zwei verschiedenen Standorten replizierte LUNs. Für die Hosts sind beide Ansichten einer mit Metro replizierten LUN (R1 und R2) sichtbar, das Hostbetriebssystem interpretiert diese jedoch als ein und dieselbe LUN. Von einem Host kann dann auf dem R1- und dem R2-Gerät gleichzeitig geschrieben werden. Dieses Anwendungsbeispiel lässt eine automatisierte Recovery und ein nahtloses Anwendungs-Failover zu, sodass Recovery-Szenarien vollständig vermieden werden. SRDF-Metro besitzt außerdem folgende wichtigen Merkmale:
  - Es ermöglicht den gleichzeitigen LUN-/Speichergruppen-Zugriff für ununterbrochenen Datenzugriff und höhere Verfügbarkeit über größere Distanzen.
  - Es bietet eine einfachere und nahtlose Datenmobilität.
  - Es unterstützt verteilte Cluster und eignet sich daher ideal für Microsoft- und VMware-Umgebungen.

Die SRDF-Software ist im FX-Softwarepaket von VMAX All-Flash enthalten und erfordert keine kapazitätsbasierte Lizenzierung. Sie kann gesondert als Ergänzung zum F-Softwarepaket erworben werden. Für SRDF erforderliche Hardware muss separat erworben werden.

### Lokale Replikation mit TimeFinder SnapVX

VMAX-All-Flash-Arrays werden standardmäßig mit dem Datendienst für lokale Replikation TimeFinder SnapVX als Teil des F-Pakets geliefert. SnapVX bietet Snapshots und Clones mit geringer Auswirkung für VMAX-LUNs. SnapVX unterstützt bis zu 256 Snapshots pro Quell-Volumen und bis zu 16 Millionen Snapshots pro Array. Benutzer können zur Identifizierung ihrer Snapshots Namen zuweisen und haben die Möglichkeit zur Festlegung eines automatischen Ablaufdatums für jeden Snapshot.

SnapVX bietet die Möglichkeit, mit einem einzigen Vorgang konsistente Point-in-Time-Kopien für Speichergruppen zu managen. Es können bis zu 1.024 Ziel-Volumes pro Quell-Volumen verknüpft werden, wobei Lese-/Schreibzugriff als Pointer oder als vollständige Clones bereitgestellt wird.

Die lokale Replikation mit SnapVX beginnt so effizient wie möglich mit der Erstellung eines Snapshots – einer Pointer-basierten Struktur, in der eine Point-in-Time-Kopie eines Quell-Volumens gespeichert wird. Snapshots erfordern keine Ziel-Volumes, sie teilen sich keine Back-end-Zuweisungen mit dem Quell-Volumen sowie Snapshots des Quell-Volumens und sie nehmen nur zusätzlichen Speicherplatz in Anspruch, wenn das Quell-Volumen geändert wird. Ein einzelnes Quell-Volumen kann über bis zu 256 Snapshots verfügen.

Jedem Snapshot werden ein benutzerdefinierter Name und optional ein Ablaufdatum zugewiesen, die beide später geändert werden können. Mit neuen Managementoberflächen können Benutzer Snapshots einer vollständigen Speichergruppe mit einem einzigen Befehl erstellen.

Zugriff auf Point-in-Time-Snapshots erhalten Benutzer durch deren Verknüpfung mit einem Volume, auf das Hosts zugreifen können. Diese werden als Ziel bezeichnet. Bei den Ziel-Volumes handelt es sich um Standard-Thin-LUNs. Es können bis zu 1.024 Ziel-Volumes mit den Snapshots eines einzigen Quell-Volumes verknüpft werden. Diese Grenze kann entweder durch die Verknüpfung aller 1.024 Ziel-Volumes mit dem gleichen Snapshot des Quell-Volumes oder durch die Verknüpfung mehrerer Ziel-Volumes mit mehreren Snapshots des gleichen Quell-Volumes erreicht werden. Ein Ziel-Volume kann jedoch nur mit jeweils einem einzigen Snapshot verknüpft werden.

Standardmäßig werden Ziele im NoCopy-Modus verknüpft. Durch die NoCopy-Verknüpfung mit dem Ziel wird die Zahl der Schreibvorgänge auf Back-end-Flash-Laufwerken deutlich reduziert, da beim Lösen der Verknüpfung keine vollständige Kopie des Quell-Volumes durchgeführt werden muss, damit das Ziel-Volume für die Host-I/O verwendet werden kann. Dadurch werden zahlreiche Schreibvorgänge während des Lösens der Verknüpfung auf Back-end-Flash-Geräten vermieden und das Potenzial der Write Amplification im VMAXAllFlash -Array weiter reduziert.

## Konsolidierung von Block- und File-Speicher mit eNAS

Durch den Datendienst Embedded NAS (eNAS) kommen Kunden auch in den Genuss des Werts von VMAXAll -Flash für File-Speicher, denn sie können nicht nur wichtige Enterprise-Funktionen (einschließlich der Flash-Speichern innewohnenden Performance) für Block- und File-Speicher nutzen, sondern auch das Management vereinfachen und Bereitstellungskosten um bis zu 33 % senken. In Kombination mit eNAS fungiert VMAXAll -Flash als einheitliche Block- und File-Plattform mit einem Multicontroller in Form einer transaktionsbezogenen NAS-Lösung, die für Kunden entwickelt wurde, die eine Hyperkonsolidierung für Blockspeicher (herkömmlicher VMAX-Anwendungsfall) in Kombination mit einem mittelgroßen, hochleistungsfähigen File-Speicher in geschäftskritischen Umgebungen benötigen. Typische Anwendungsbeispiele für eNAS sind die Ausführung von Oracle® auf NFS, VMware® auf NFS, Microsoft® SQL auf SMB 3.0, Home-Verzeichnisse und die Windows-Serverkonsolidierung.

Von Embedded NAS (eNAS) wird der über HYPERMAX OS bereitgestellte Hypervisor zur Erstellung und Ausführung virtueller Maschinen im VMAX-All-Flash-Array verwendet. Auf den virtuellen Maschinen werden zwei Hauptelemente von eNAS gehostet: Software Data Mover und Control Stations. Die integrierten Data Mover und Control Stations haben Zugriff auf freigegebene Systemressourcenpools, sodass VMAX-All-Flash-Ressourcen in puncto Performance und Kapazität gleichmäßig genutzt werden.

Neben Performance und Konsolidierung bietet VMAXAll -Flash mit eNAS folgende Vorteile:

- Skalierbarkeit: problemlose Bedienung von über 6.000 aktiven SMB-Verbindungen
- Dateisystem für Metadatenprotokollierung ideal geeignet für All-Flash-Umgebungen
- Integrierte asynchrone Remotereplikation auf Dateiebene mit File Replicator
- Integration in SRDF/S
- Kleine Angriffsfläche: keine Schwachstelle für Viren, die auf Allzweckbetriebssysteme abzielen

eNAS ist im FX-Softwarepaket enthalten. Der Datendienst kann gesondert als Ergänzung zum F-Softwarepaket erworben werden. Sämtliche zur Unterstützung von eNAS in einer VMAX-All-Flash-Umgebung erforderliche Hardware muss separat erworben werden.

## Integriertes Management – Unisphere for VMAX

VMAX-All-Flash-Kunden können das Arraymanagement durch Verwendung der integrierten Unisphere for VMAX-Komponente vereinfachen. Die intuitive Managementoberfläche Unisphere for VMAX ermöglicht IT-Managern durch eine erhebliche Reduzierung des Zeitaufwands für das Provisioning, Management und Monitoring von VMAX-All-Flash-Speicherressourcen eine optimale Personalproduktivität.

Mit dem integrierten Unisphere können Kunden das Management vereinfachen, Kosten senken und die Verfügbarkeit erhöhen, indem sie die VMAX-All-Flash-Managementsoftware direkt auf dem Array ausführen. Das integrierte Management ist ab Werk konfiguriert, um die Einrichtungszeit vor Ort zu minimieren. Die Funktion wird im HYPERMAX OS-Hypervisor als Container ausgeführt, sodass Kunden keine eigenen Geräte für das Management ihrer Arrays zuweisen müssen. Neben Unisphere umfasst der eManagement-Datendienst weitere wichtige Elemente, z. B. Solutions Enabler, Database Storage Analyzer und SMI-S-Managementsoftware.

Unisphere for VMAX bietet Vereinfachung, Flexibilität und Automatisierung – zentrale Voraussetzungen für eine schnellere Umstellung auf ein All-Flash-Rechenzentrum. Unisphere for VMAX ist besonders gut für Kunden geeignet, die häufig Speicherkonfigurationen erstellen und dann wieder verwerfen. Dadurch, dass nun weniger Schritte für das Löschen und die neue Verwendung von Volumes erforderlich sind, ist die Neukonfiguration des Arrays noch einfacher geworden. Mit VMAXAllFlash erfolgt das Speicher-Provisioning auf einem Host oder einer virtuellen Maschine in einem einfachen, aus vier Schritten bestehenden Prozess basierend auf dem standardmäßigen Diamond-Servicelevel für Speicher. Dadurch werden für alle Anwendungen Antwortzeiten von unter einer Millisekunde ermöglicht. Mit Unisphere for VMAX können Kunden SRDF-Konfigurationen mit mehreren Standorten in wenigen Minuten einrichten.

Die Variante mit integriertem Unisphere eignet sich hervorragend für das Management eines einzelnen VMAXAllFlash -Arrays. Für Kunden, die eine umfassendere Ansicht ihres gesamten Rechenzentrums benötigen, bietet Dell EMC Unisphere 360 an. Mit der Unisphere 360-Software können Anwender bis zu 200 VMAX-All-Flash-/VMAX-Arrays in einem Rechenzentrum zusammenführen und überwachen. Diese Lösung ist ideal für Kunden, die mehrere VMAX-All-Flash-Arrays mit integriertem Management (Embedded Management, eManagement) betreiben und einen besseren Überblick über ihr Rechenzentrum erhalten möchten. Unisphere 360

ermöglicht es Speicheradministratoren, Berichte zur Systemintegrität auf Standortebene für jedes VMAX-Modul anzuzeigen oder Compliance mit Codeversionen und weiteren Infrastrukturwartungsanforderungen zu koordinieren. Kunden können diese vereinfachte VMAX-All-Flash-Verwaltung nun auch für Rechenzentren nutzen.

Integriertes Unisphere und Database Storage Analyzer sind Teil des F-Softwarepakets und stehen somit für jedes VMAX-All-Flash-Array zur Verfügung. Unisphere 360 ist im FX-Softwarepaket enthalten und kann als Ergänzung zum F-Softwarepaket gesondert bestellt werden. Unisphere 360 kann in einer integrierten Umgebung nicht ausgeführt werden und erfordert zusätzliche, vom Kunden bereitzustellende Serverhardware.

## VMAX All -Flash – hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit

Dank ihrer Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wartungsfreundlichkeit ist die VMAX-All-Flash-Produktreihe die ideale Plattform für Umgebungen, die eine „Always-on“-Verfügbarkeit erfordern. Diese Arrays sind so ausgelegt, dass sie eine besonders hohe Verfügbarkeit in anspruchsvollen, geschäftskritischen Umgebungen bieten. Die VMAX-All-Flash-Funktionsmerkmale für Verfügbarkeit, Redundanz und Sicherheit sind nachfolgend aufgeführt:

- Kein Single-Point-of-Failure – alle Komponenten sind für den Ausfall einer beliebigen Komponente vollständig redundant
- Vollständig redundante und Hot-Plug-fähige Field Replaceable Units (FRUs) ermöglichen eine Reparatur bei laufendem System
- Wahlmöglichkeit zwischen RAID-5- und RAID-6-Bereitstellungsoptionen, um den gewünschten hohen Schutzgrad zu liefern
- Cache-Spiegelung, wobei die Kopien der Cacheeinträge für eine maximale Verfügbarkeit verteilt werden
- Überwachung der Flash-Laufwerk-Endurance durch HYPERMAX OS – ein Merkmal von Flash-Laufwerken ist, dass ihre NAND-Flash-Zellen nicht beliebig oft beschrieben werden können. Dies wird als Flash-Laufwerk-Endurance bezeichnet und von der Laufwerksfirmware als „Prozentsatz der abgelaufenen Lebensdauer“ gemeldet. HYPERMAX OS erfasst und überwacht diese Informationen regelmäßig und verwendet sie zum Auslösen und Senden von Warnmeldungen an den Dell EMC Kundensupport, wenn sich ein bestimmtes Laufwerk dem Ende seiner Nutzungsdauer annähert.
- Vault auf Flash mit Batteriebackup ermöglicht eine Cacheauslagerung auf Flash-Speicher sowie ein ordnungsgemäßes Herunterfahren für die Datensicherheit bei einem Stromausfall
- Eine Aktiv-Aktiv-Remotereplikation über SRDF/Metro mit Lese-/Schreibzugriff auf Standort A und Standort B ermöglicht den unterbrechungsfreien Datenzugriff bei einem Systemausfall am Standort.
- Unterbrechungsfreie Upgrades, einschl. HYPERMAX OS-Software – von kleinen Updates bis hin zu größeren Releases
- Kontinuierliche Systemüberwachung, Call-Home-Benachrichtigung und erweiterte Remotediagnose
- Data-at-Rest-Verschlüsselung (D@RE) mit integriertem RSA® Key Manager, FIPS 140-2-konform zur Einhaltung strenger behördlicher Auflagen
- T10 DIF-Datenprogrammierung mit Erweiterungen für den Schutz vor Schreibvorgangsverlust
- Detaillierte Failure Mode Effects Analysis (FMEA) bei Gestaltung jeder Komponente, damit Ausfallbedingungen kontrolliert werden können
- Umfassende Fehlererkennung und -isolierung ermöglicht eine frühzeitige Erkennung von Abnutzung und verhindert, dass fehlerhafte Daten als fehlerfrei betrachtet werden
- Für den Erfolg definierter und im Skript festgelegter Service, einschließlich farbcodierter Kabel, Kabelpositionierung, im Skript festgelegter Schritte und Prüfungen der Hauptparameter in diesen Skripten
- Alle Daten-Vaults des Flash-Caches können zwei erhebliche Ausfälle überstehen, wodurch das System selbst dann wieder startet, wenn sich ein Ausfall vor dem Vault und ein zweiter Ausfall beim Aus- und Einschalten ereignet.
- Unterstützt bei zu hohen Betriebstemperaturen ein ordentliches Herunterfahren, wenn beispielsweise die Klimaanlage des Rechenzentrums ausfällt
- **Integrierte Datensicherheit dank Dell EMC ProtectPoint-Backup und Rapid Restore, wodurch beim Backup die „Goldstandards“ mit der branchenführenden SRDF-Replikationstechnologie kombiniert werden**

## VMAX-All-Flash-Konfigurationen für offene Systeme

Bei offenen Systemkonfigurationen wird der VMAX-All-Flash-Brick als „V-Brick-Baustein“ bezeichnet. Die V-Bricks der Starterkonfiguration für offene Systeme werden von Dell EMC mit einem eigenen Systemschacht geliefert. Systemschächte mit zwei Engines stehen nur bei V-Bricks zur Verfügung, die zusätzlich hinzugefügt werden. Optional können kundenspezifische Racks verwendet werden, vorausgesetzt, es handelt sich um standardmäßige 19-Zoll-NEMA-Racks, die den Dell EMC Standards für Kabelzugang und Kühlung entsprechen.

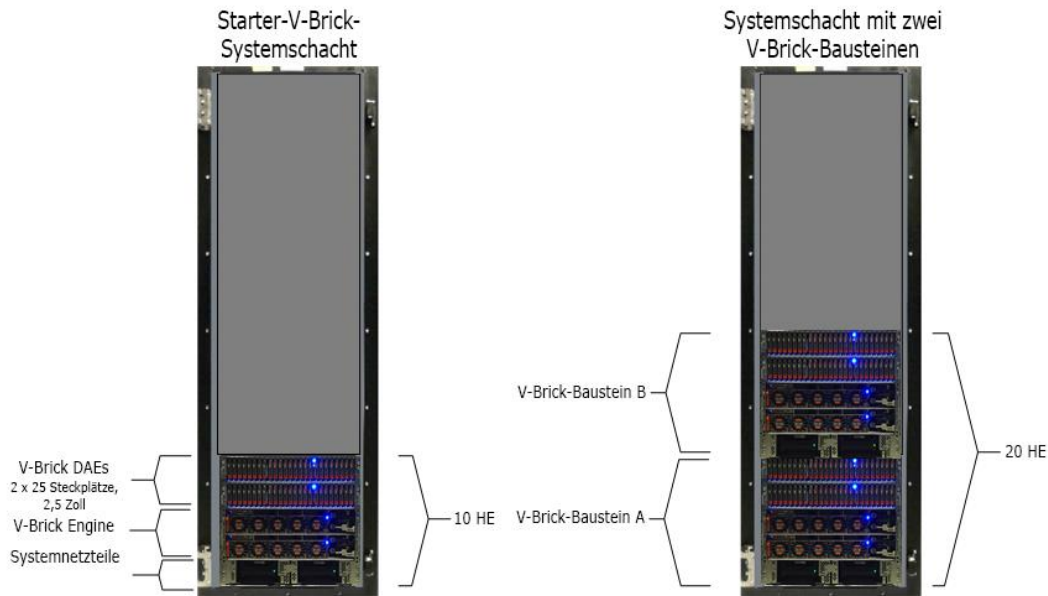
## V-Brick-Systemkonfigurationen für offene Systeme für die VMAX 250F

Alle V-Brick-Bausteine der VMAX 250F umfassen eine Basiskapazität von 11 TBu. Die Kapazität wird über Flash-Laufwerksgrößen von 960 GB, 1,92 TB, 3,84 TB, 7,68 TB und 15,36 TB bereitgestellt. Sie ist in Schritten von 11 TBu über Flash Capacity Packs upgradefähig. Die V-Brick-Engines der VMAX 250F enthalten jeweils zwei Directors mit 512 GB, 1 TB oder 2 TB Arbeitsspeicher und

zwei 12-Core-Prozessoren pro Director. Die VMAX 250F wird in einer Konfiguration mit zwei Engines in einem Schrank ausgeliefert. Für einen VMAX 250F-Systemschrank ist ein Scale-out bis auf maximal zwei vollständige V-Brick-Bausteine und 100 Laufwerke pro Flächeneinheit möglich – für bis zu 1 PBU auf 20 HE Rackplatz. Der verbleibende Rackplatz kann durch ein zusätzliches VMAX 250F-System oder Kundenhardware wie z. B. Server oder Switche in Anspruch genommen werden.

Das folgende Diagramm zeigt die VMAX 250F-Starterkonfiguration mit einem V-Brick-Systemschacht und eine Konfiguration mit einem Systemschacht mit zwei V-Brick-Bausteinen.

**Abbildung 4. V-Brick-Starterkonfiguration für VMAX 250F und Systemschacht mit zwei V-Brick-Bausteinen**



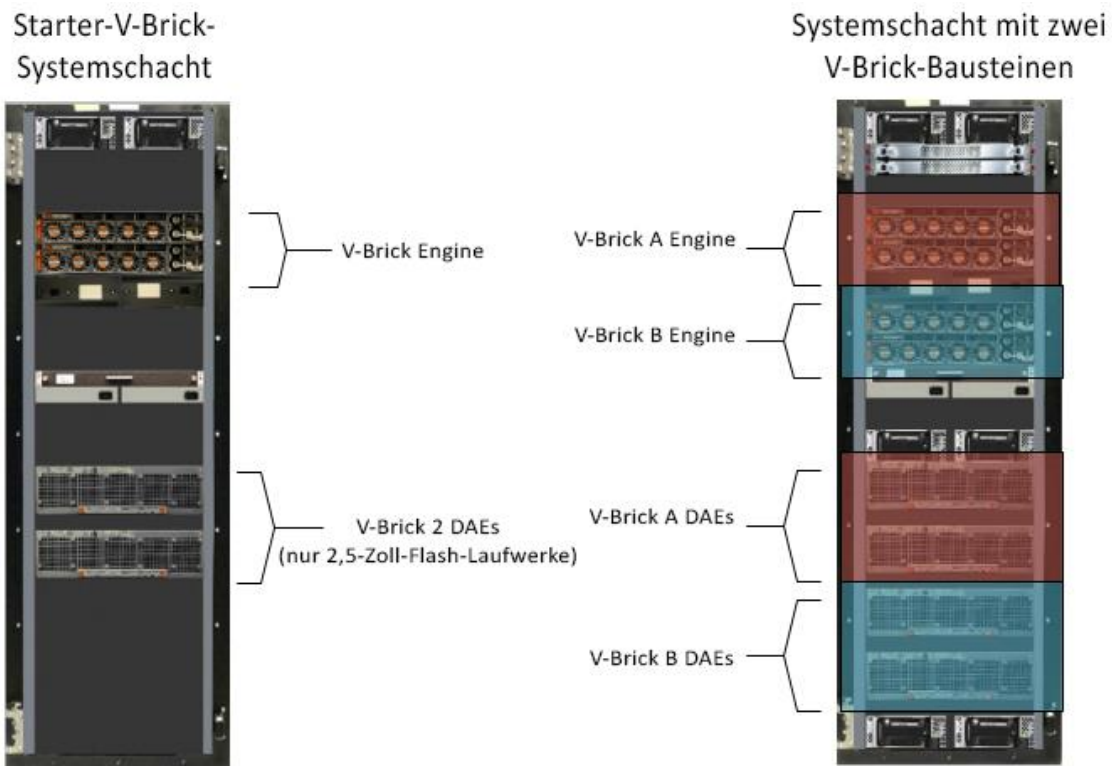
### V-Brick-Systemkonfigurationen für offene Systeme für die VMAX 450F und VMAX 850F

Die VMAX 450F-/850F-Konfigurationen für offene Systeme werden ebenfalls mit V-Brick-Bausteinen erstellt, die eine Rechner- und eine Basiskapazität von 53 TBu umfassen. Die Kapazität wird über Flash-Laufwerksgrößen von 960 GB, 1,92 TB und 3,84 TB bereitgestellt. Sie ist in Schritten von 13 TBu über Flash Capacity Packs upgradefähig. Die 450F- und 850F-Engines enthalten jeweils zwei Directors mit 1 TB oder 2 TB Arbeitsspeicher und zwei Prozessoren pro Director (8 Cores, 2,6 GHz für die 450F und 12 Cores, 2,7 GHz für die 850F) und werden in Schränken mit zwei Engines ausgeliefert. Ein einziger Schrank kann zwei vollständigen V-Brick-Bausteinen und 480 Laufwerken pro Flächeneinheit mit bis zu 1 nutzbaren PB pro Schrank Platz bieten. Die VMAX 450F skaliert auf bis zu 4 V-Brick-Bausteine und 2 PBU pro System, die 850F auf bis zu 8 V-Brick-Bausteine und 4 PBU pro System.

Das folgende Diagramm zeigt die VMAX 450F-/850F-Starterkonfiguration mit einem V-Brick-Systemschacht und eine Konfiguration mit einem Systemschacht mit zwei V-Brick-Bausteinen:



Abbildung 5. V-Brick-Starterkonfiguration für VMAX 450F/850F und Systemschacht mit zwei V-Brick-Bausteinen



Das Modell VMAX 450F kann auf vier V-Bricks (= zwei Systemschächte/Flächeneinheiten) erweitert werden, das Modell VMAX 850F auf acht V-Bricks (= vier Systemschächte/Flächeneinheiten). Systemschächte können unter Verbindung über optische Anschlüsse in einem Abstand von bis zu 25 Metern voneinander installiert werden.

### V-Brick-Front-end-Verbindungsoptionen für offene Systeme

Bei V-Brick-Bausteinen erfolgt der Zugang zu den Engine-Lüftern und -Netzteilen über die Vorderseite, der Zugang zu den I/O-Modulen, den Managementmodulen und zur Control Station über die Rückseite. Da die Zahl der in der V-Brick-Engine verwendeten universellen I/O-Module von den vom Kunden benötigten Funktionen abhängt, können einige Steckplätze leer bleiben.

Es gibt verschiedene V-Brick-Front-end-Verbindungen, die zur Unterstützung mehrerer Protokolle und Geschwindigkeiten verfügbar sind. In der folgenden Tabelle werden die verschiedenen Front-end-Verbindungsmodule aufgeführt, die auf dem VMAX-All-Flash-V-Brick verfügbar sind:

Tabelle 5. Front-end-Verbindungsmodule für VMAX-All-Flash-V-Brick-Baustein-Engine für offene Systeme

Konnektivitätstyp	Modultyp	Portanzahl	Verwendbar mit den Protokollen	Unterstützte Geschwindigkeiten (Gbit/s)
Fibre Channel	8-Gbit/s-FC	4	SRDF	2/4/8
Fibre Channel	16-Gbit/s-FC	4	SRDF	2/8/16
SRDF	10-Gigabit-Ethernet	4	iSCSI	10
SRDF	Gigabit-Ethernet	2	Keine	1
iSCSI	10-Gigabit-Ethernet	4	SRDF	10
CloudArray (CA)	8-Gbit/s-FC	4	FC, SRDF	2/4/8
eNAS	10-Gigabit-Ethernet	2	Keine	10
eNAS	10 GigE (Kupfer)	2	Keine	10
eNAS-Bandbackup	8-Gbit/s-FC	4	Keine	2/4/8

Die Zahl der V-Brick-Front-end-Ports wird je nach Protokolltyp bis auf maximal 32 bei der VMAX 250F und 24 bei der VMAX 450F/850F skaliert.

An den 8-Gbit/s- und 16-Gbit/s-Fibre-Channel-I/O-Modulen mit vier Ports kann ein Kunde Fibre-Channel-Hostkonnektivität und SRDF über unterschiedliche Ports mischen. Dies gilt auch für das 10-GigE-I/O-Modul mit vier Ports, bei dem Host-iSCSI-Konnektivität und GigE-SRDF unter Verwendung verschiedener Ports auf dem Modul gemischt werden können. Kunden können mit den 8-Gbit/s-Fibre-Channel-Modulen auch Fibre-Channel-Konnektivität sowie Fibre-Channel-Hostkonnektivität und SRDF mit dem Dell EMC Cloudarray kombinieren. Die für eNAS bestimmten GigE-I/O-Module sind dediziert und können nicht für einen anderen GigE-Verbindungstyp wie iSCSI oder SRDF verwendet werden.

Andere Module, die vom V-Brick-Baustein verwendet werden, werden in der Tabelle unten angezeigt:

**Tabelle 6. Andere V-Brick-Baustein-Engine-Module für offene Systeme für VMAX 250F/450F/850F**

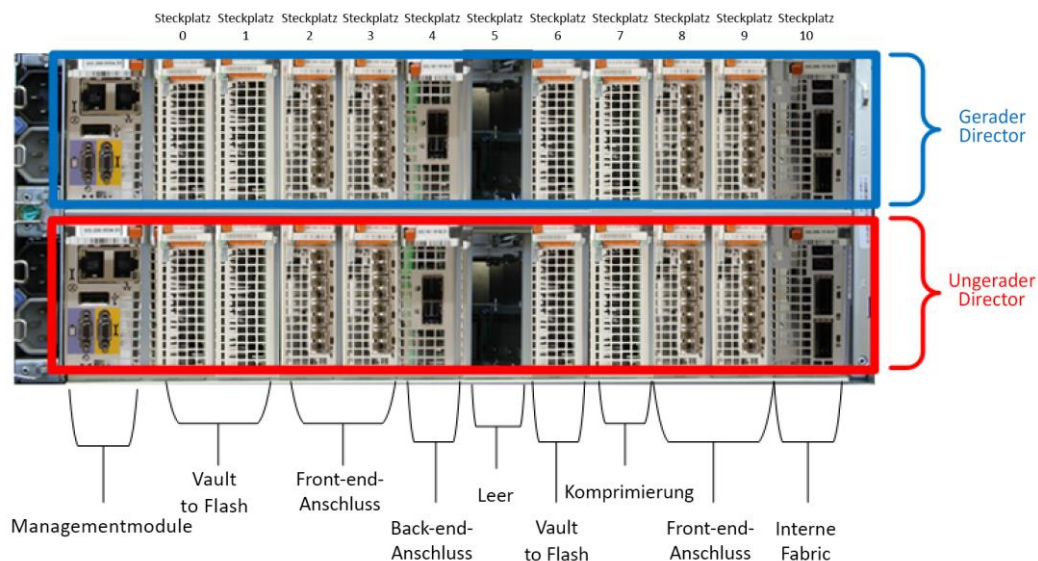
Modultyp	Zweck
Vault to Flash	Flash für Vault und Metadaten (4 x 800 GB für VMAX 450F/850F, 3 x 400 GB oder 800 GB für VMAX 250F)
Interne Fabric	Interne InfiniBand-Fabric-Verbindungen
Back-end-SAS	Back-end-SAS-Verbindung zu DAEs (12 Gbit/s bei VMAX 250F, 6 Gbit/s bei VMAX 450F/850F)
Komprimierung	Adaptive Komprimierungs-Engine (ACE) und SRDF-Komprimierung

Die VMAX 250F nutzt bis zu drei Vault-to-Flash-Module, während die VMAX 450F- und VMAX 850F-Systeme bis zu vier Vault-to-Flash-Module verwenden. Das zusätzliche Flash-Modul für die VMAX 450F- und VMAX 850F-Systeme ist aufgrund der größeren nutzbaren Kapazitäten erforderlich, auf die sich VMAX 450F und 850F skalieren lassen. Die Vault-to-Flash-Module belegen in der Regel die Steckplätze 0, 1 und 6 bei der V-Brick-Engine der VMAX 250F, während die Vault-to-Flash-Module bei der V-Brick-Engine der VMAX 450F und VMAX 850F in der Regel die Steckplätze 0, 1, 6 und 7 belegen.

Die Komprimierungsmodule führen alle Vorgänge für die Adaptive Compression Engine (ACE) sowie die SRDF-Komprimierung für die VMAX-All-Flash-Systeme durch. Dies führt zu einer Auslagerung der Komprimierungsaufgabe und Entlastung von Engine-CPU-Core-Zyklen. Jeder V-Brick-Baustein verwendet ein Paar von Komprimierungsmodulen (eines pro V-Brick-Director). Die Komprimierungsmodule befinden sich in der Regel in Steckplatz 7 bei der VMAX 250F bzw. Steckplatz 9 bei der VMAX 450F/850F.

Die folgende Abbildung zeigt die typische Anordnung einer VMAX 250F-V-Brick-Engine:

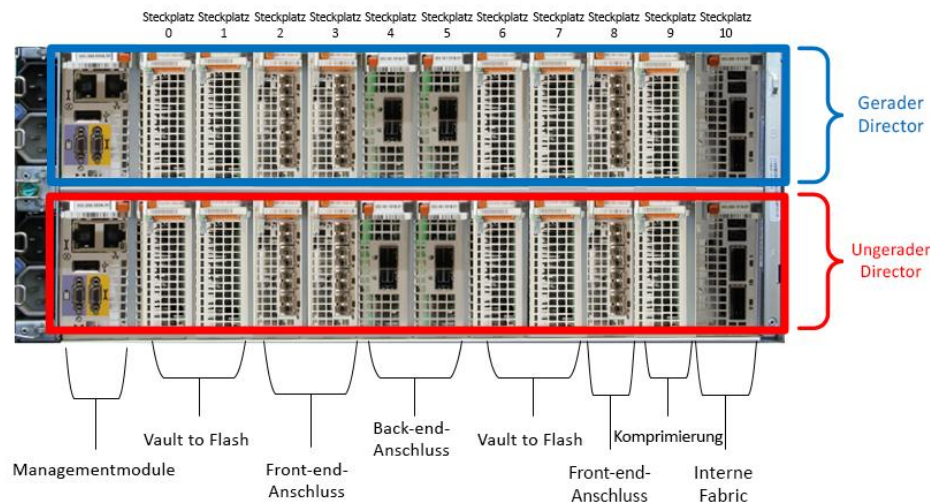
**Abbildung 6. Typische V-Brick-Engine-Anordnung bei VMAX 250F**



Hinweis: Bei der VMAX 250F bleibt der Steckplatz 5 leer (nicht verwendet).

Die folgende Abbildung zeigt die typische Anordnung einer VMAX 450F-/850F-V-Brick-Engine:

Abbildung 7. Typische V-Brick-Engine-Anordnung bei VMAX 450F/850F



## VMAX-All-Flash-Softwarepakete für offene Systeme

Zur Vereinfachung von Softwarebestellung und -management werden für die VMAX-All-Flash-Modelle VMAX 250F, VMAX 450F und VMAX 850F in offenen Systemumgebungen zwei unterschiedliche Softwarepakete angeboten.

Das „F-Paket“ ist das Starterpaket. Das F-Paket beinhaltet HYPERMAX OS, integriertes Management, SnapVX und ein AppSync-Starterpaket. Alle von VMAX All-Flash unterstützten Softwareprodukte können dem F-Paket nach Wahl jeweils als Ergänzung hinzugefügt werden. Die VMAX-All-Flash-Modelle, die das F-Paket verwenden, werden als VMAX 250F, VMAX 450F und VMAX 850F bezeichnet.

Das zweite, umfassendere Paket ist das „FX-Paket“. Das FX-Paket enthält alle Elemente des F-Pakets plus SRDF/S, SRDF/A, SRDF/STAR, SRDF/Metro, CloudArray Enabler, D@RE, eNAS, Unisphere 360 und ViPR Suite. Der Preis des FX-Pakets ist günstiger als ein äquivalentes F-Paket, dem die Softwarekomponenten des FX-Pakets als Ergänzung hinzugefügt wurden. Kunden können dem FX-Paket alle von VMAX All-Flash unterstützten Softwareprodukte nach Bedarf hinzufügen, einschließlich ProtectPoint, der vollständigen AppSync-Suite und Dell EMC Storage Analytics. Die VMAX-All-Flash-Modelle, die das FX-Paket verwenden, werden als VMAX 250FX, VMAX 450FX und VMAX 850FX bezeichnet. In der folgenden Tabelle wird gezeigt, welche Software bei den verschiedenen VMAX-All-Flash-Paketen enthalten ist:

Tabelle 7. VMAX-All-Flash-Softwarepakete für offene Systeme

Funktion	In F-Paket enthalten	Zusatzoption zu F-Paket	In FX-Paket enthalten	Zusatzoption zu FX-Paket	Hinweise
HYPERMAX OS	✓		✓		Einschließlich Migration Tools, VVOLS, QoS (3)
Integriertes Management	✓		✓		Einschließlich Unisphere for VMAX, Database Storage Analyzer, Solutions Enabler, SMI-S
Lokale Replikation	✓		✓		Einschließlich TimeFinder SnapVX
AppSync-Starterpaket	✓		✓		
Remote Replication Suite (1)		✓	✓		Einschließlich SRDF/S/A/STAR
SRDF/Metro (1)		✓	✓		
Unisphere 360		✓	✓		
CloudArray Enabler (1)		✓	✓		
D@RE (2)		✓	✓		
eNAS (1) (2)		✓	✓		
ViPR Suite		✓	✓		Einschließlich ViPR Controller und ViPR SRM
ProtectPoint		✓		✓	
PowerPath		✓		✓	
Vollständige AppSync-Suite		✓		✓	
DELL EMC Storage Analytics		✓		✓	

- (1) FX-Paket beinhaltet Softwarelizenzierung. Erforderliche Hardware muss separat erworben werden.
- (2) Werkseitig konfiguriert. Muss bei Bestellung aktiviert werden.
- (3) Es gelten Host-I/O-Limits.

## VMAX All-Flash für Mainframe

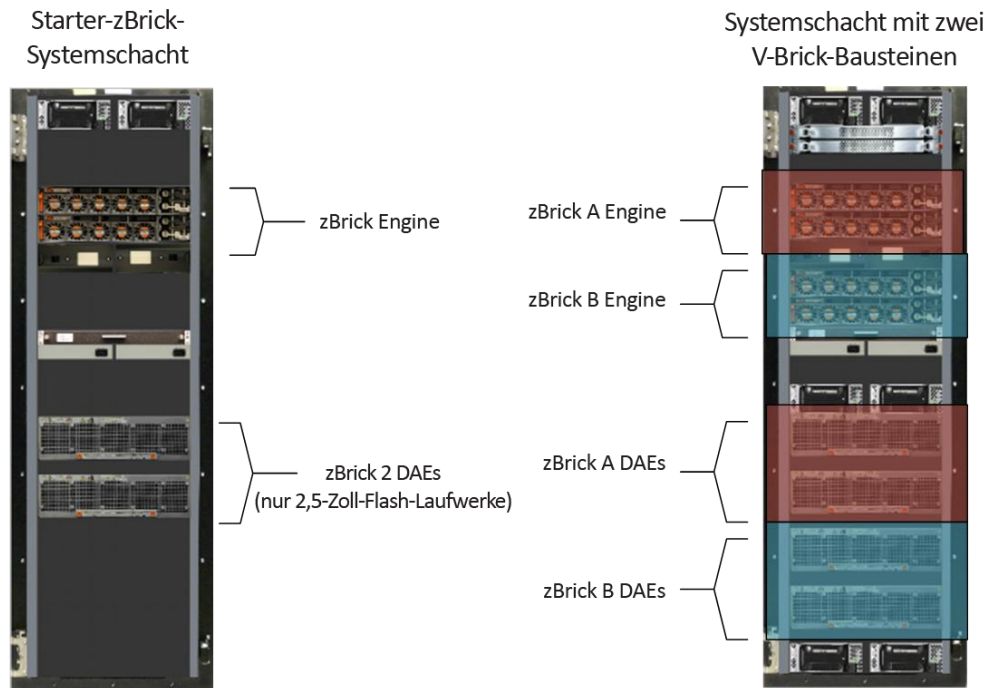
Bei Mainframekonfigurationen wird der VMAX-All-Flash-Brick-Baustein als „zBrick“ bezeichnet. Die zBricks der Mainframe-Starterkonfiguration werden von Dell EMC vorkonfiguriert und mit einem eigenen Systemschacht geliefert. Systemschächte mit zwei Engines stehen nur bei zBricks zur Verfügung, die zusätzlich hinzugefügt werden.

VMAX All-Flash für Mainframe ist auf die Produkte VMAX 450F und 850F beschränkt. Beide müssen zu 100 % Mainframe-Workloads ausführen, da kein Mischen von Workloads für Mainframe und offene Systeme zulässig ist. Die VMAX 250F bietet keine Unterstützung für Mainframe-Workloads.

## Mainframe-zBrick-Systemkonfigurationen für die VMAX 450F/850F

Alle Mainframe-zBricks für VMAX 450F/850F umfassen eine Basiskapazität von 53 TBu. Die Kapazität wird über Flash-Laufwerksgrößen von 960 GB, 1,92 TB und 3,84 TB bereitgestellt. Sie ist in Schritten von 13 TBu über zCapacity Packs upgradefähig. Die 450F- und 850F-zBrick-Engines enthalten jeweils zwei Directors mit 1 TB oder 2 TB Arbeitsspeicher und zwei Prozessoren pro Director (8 Cores, 2,6 GHz für die 450F und 12 Cores, 2,7 GHz für die 850F) und werden in Schränken mit zwei Engines ausgeliefert. Ein einziger Schrank kann zwei vollständigen zBricks und 480 Laufwerken pro Flächeneinheit mit bis zu 400 nutzbaren PBU pro Schrank Platz bieten. Die VMAX 450F skaliert auf bis zu vier zBricks und 800 TBu pro System, die 850F auf bis zu acht zBricks und 1,7 PBU pro System. Der Mainframe-zBrick bietet keine Unterstützung für die Adaptive Compression Engine (ACE), daher werden alle Systemkapazitäten in nutzbarer Kapazität ausgedrückt.

Abbildung 8. zBrick-Starterkonfiguration für VMAX 450F/850F und zwei zBrick-Systemschächte



Das Modell VMAX 450F kann auf vier zBricks (= zwei Systemschächte/Flächeneinheiten) erweitert werden, das Modell VMAX 850F auf acht zBricks (= vier Systemschächte/Flächeneinheiten). Systemschächte können unter Verbindung über optische Anschlüsse in einem Abstand von bis zu 25 Metern voneinander installiert werden.

## Mainframe-zBrick-Front-end-Verbindungsoptionen

Bei zBricks erfolgt der Zugang zu den Engine-Lüftern und -Netzteilen über die Vorderseite, der Zugang zu den I/O-Modulen, den Managementmodulen und zur Control Station über die Rückseite. Da die Zahl der in der zBrick-Engine verwendeten universellen I/O-Module von den vom Kunden benötigten Funktionen abhängt, können einige Steckplätze leer bleiben.

Der zBrick unterstützt FICON- und SRDF-Front-end-Konnektivität. In der folgenden Tabelle werden die verschiedenen Front-end-Verbindungsmodule aufgeführt, die auf dem VMAX-All-Flash-zBrick verfügbar sind:

**Tabelle 8. Front-end-Verbindungsmodule für VMAX-All-Flash-V-Brick-Baustein-Engine für offene Systeme**

Konnektivitätstyp	Modultyp	Portanzahl	Verwendbar mit den Protokollen	Unterstützte Geschwindigkeiten (Gbit/s)
FICON	16-Gbit/s-FICON	4	Single-/Multi-Mode	4/8/16
SRDF	16-Gbit/s-Fibre-Channel	4	Keine	4/8/16
SRDF	8-Gbit/s-Fibre-Channel	4	Keine	4/4/8
SRDF	10-Gigabit-Ethernet	4	Keine	10
SRDF	Gigabit-Ethernet	2	Keine	1

Die Anzahl der zBrick-Front-end-Ports kann auf maximal 32 skaliert werden, wenn SRDF nicht verwendet wird. Wenn SRDF in der Konfiguration verwendet wird, wird bei jedem Engine-Director einer der Front-end-Steckplätze vom SRDF-Komprimierungsmodul eingenommen. Dies begrenzt die Anzahl der verfügbaren zBrick-Front-end-Ports auf 24. Standardmäßig wird jeder zBrick mit zwei FICON-Modulen ausgeliefert.

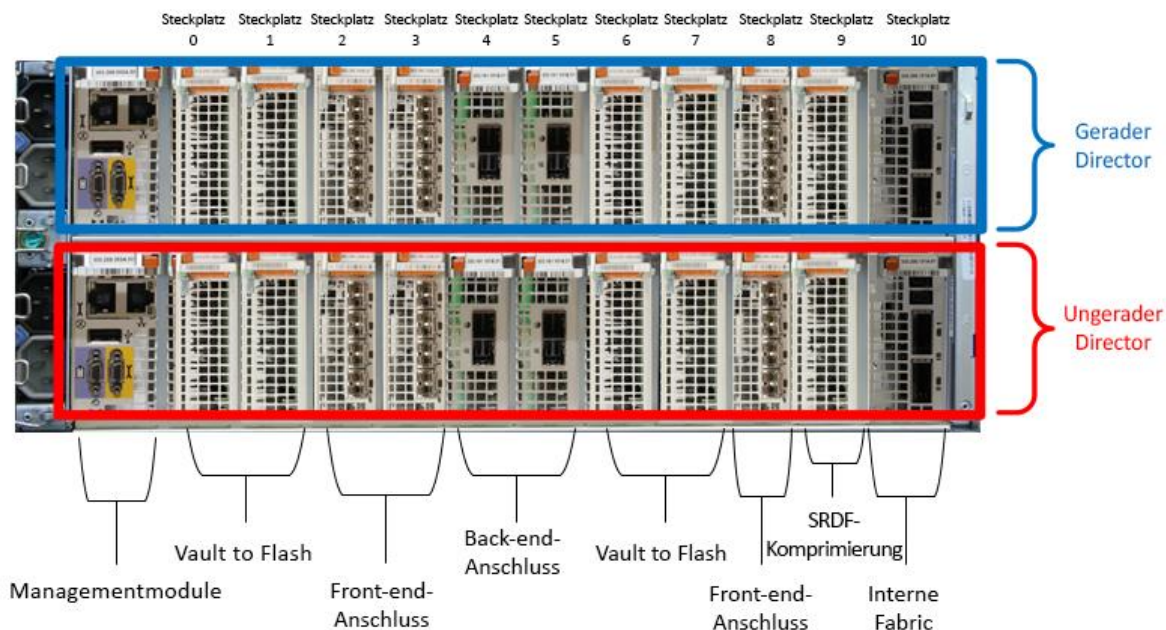
**Tabelle 9. Andere Mainframe-zBrick-Engine-Module für VMAX 450F/850F**

Modultyp	Zweck
Vault to Flash	Flash für Vault und Metadaten (4 x 800 GB für VMAX 450F/850F)
Interne Fabric	Interne InfiniBand-Fabric-Verbindungen
Back-end-SAS	Back-end-SAS-Verbindung zu DAEs (6 Gbit/s bei VMAX 450F/850F)
Komprimierung (optional)	Nur SRDF-Komprimierung

Die VMAX 450F- und VMAX 850F-Systeme verwenden bis zu vier Vault-to-Flash-Module. Das zusätzliche Flash-Modul für die VMAX 450F- und VMAX 850F-Systeme ist aufgrund der größeren nutzbaren Kapazitäten erforderlich, auf die sich VMAX 450F und 850F skalieren lassen. Die Vault-to-Flash-Module belegen bei der zBrick-Engine der VMAX 450F und VMAX 850F in der Regel die Steckplätze 0, 1, 6 und 7.

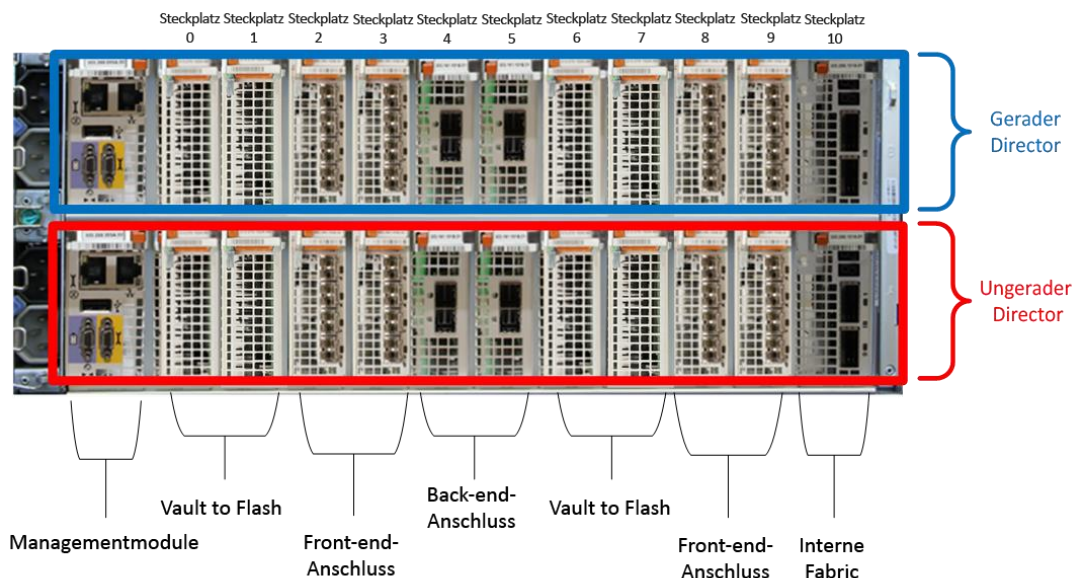
Die folgende Abbildung zeigt eine typische VMAX 450F-/850F-zBrick-Engine, die für SRDF konfiguriert ist:

**Abbildung 9. Typische zBrick-Engine-Anordnung mit SRDF bei VMAX 450F/850F**



Wenn SRDF in der Konfiguration verwendet wird, verwendet jeder zBrick ein Paar von SRDF-Komprimierungsmodulen (eines pro zBrick-Director). Die SRDF-Komprimierungsmodule befinden sich bei der VMAX 450F/850F in der Regel in Steckplatz 9. Wenn SRDF in der zBrick-Konfiguration nicht verwendet wird, kann Steckplatz 9 für ein Front-end-Modul verwendet werden, um zusätzliche Front-end-Konnektivität bereitzustellen. Das folgende Diagramm zeigt eine typische Nicht-SRDF-zBrick-Engine-Konfiguration:

Abbildung 10. Typische zBrick-Engine-Anordnung ohne SRDF bei VMAX 450F/850F



### Softwarepakete von VMAX All-Flash für Mainframe

Die Software für Mainframeunterstützung ist in zwei Paketen erhältlich: z/F, dem Basispaket, und z/FX, einem größeren Bundle mit erweiterten Funktionen. Darüber hinaus können viele Softwarefunktionen für Mainframe gesondert bestellt werden. Die Pakete unterscheiden sich von den Standard-All-Flash-Paketen und stellen die Kernfunktionen bereit, die von Mainframekunden verwendet werden. In der folgenden Tabelle sind die Softwarepakete von VMAX All-Flash für Mainframe aufgeführt:

Tabelle 10. Softwarepakete von VMAX All-Flash für Mainframe

Funktion	In zF-Paket enthalten	Zusatzoption zu zF-Paket	In zFX-Paket enthalten	Zusatzoption zu zFX-Paket	Hinweise
HYPERMAX OS	✓		✓		Einschließlich Migration Tools, QoS
Integriertes Management	✓		✓		Einschließlich Unisphere for VMAX, Database Storage Analyzer, Solutions Enabler, SMI-S
Lokale Replikation	✓		✓		Einschließlich Timefinder SnapVX
Mainframe Essentials	✓		✓		
Remote Replication Suite (1)(3)		✓	✓		Einschließlich SRDF/S/A/STAR
Unisphere 360		✓	✓		
AutoSwap		✓	✓		
D@RE (2)		✓	✓		
zDP		✓	✓		
GDDR (3)		✓		✓	

- (1) zFX-Paket beinhaltet Softwarelizenzierung. Zusätzlich erforderliche Hardware muss separat erworben werden.
- (2) Werkseitig konfiguriert. Muss bei Bestellung aktiviert werden.
- (3) Die Verwendung von SRDF/STAR für Mainframe erfordert GDDR

## ZUSAMMENFASSUNG

VMAX All-Flash ist ein bahnbrechendes All-Flash-Array, das auf höchst anspruchsvolle und kritische Workloads in Rechenzentren von Unternehmen ausgelegt ist. Seine einzigartige modulare Architektur ermöglicht eine massive Skalierung bei zuverlässig hoher Performance und unabhängig vom Workload. Im Array integrierte komplexe Algorithmen maximieren die Flash-Performance und verbessern gleichzeitig deutlich die Endurance der Flash-Laufwerke. Dank einzigartiger Datendienste und einer Verfügbarkeit von

99,9999 % ist es die erste Wahl für Unternehmensumgebungen, in denen Benutzerfreundlichkeit und Zuverlässigkeit eine grundlegende Anforderung sind.

## **QUELENNACHWEISE**

[Dell EMC VMAX – lokale Replikation – technische Hinweise \(Art.-Nr. H13697\)](#)

[Dell EMC VMAX – Unified Embedded NAS – technische Hinweise \(Art.-Nr. H13904\)](#)

[Dell EMC VMAX – Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wartungsfreundlichkeit – technische Hinweise \(Art.-Nr. H13807\)](#)

[Dell EMC VMAX SRDF/Metro – Übersicht und bewährte Vorgehensweisen – technische Hinweise \(Art.-Nr. H14556\)](#)

[Dell EMC VMAX3- und VMAX-All-Flash-Quality-of-Service-Steurelemente für Mehrmandantenumgebungen](#)